

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1994/95

Oktober/November 1994

EMK 351 - Getaran Mekanik & Kawalan Automatik

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEPULUH muka surat dan SATU lampiran serta TUJUH soalan yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab LIMA soalan sahaja. TIGA soalan dari Bahagian A dan DUA soalan dari Bahagian B.

Semua soalan MESTILAH dijawab dalam bahasa Melayu.

Termasuk lampiran:

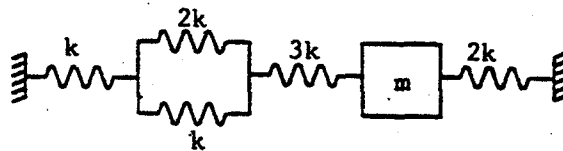
1. "Laplace transform pairs"

...2/-

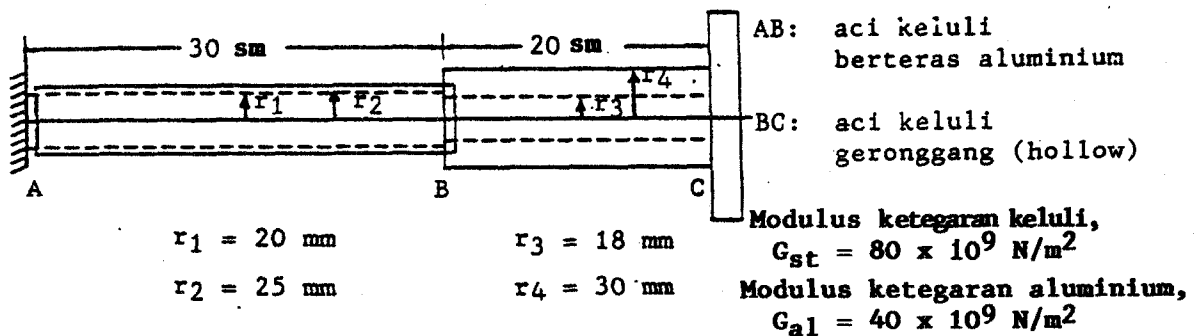
BAHAGIAN A

1. [a] Modelkan sistem Rajah S1[a] dengan jisim yang dipasangkan kepada satu pegas yang mempunyai kekukuhan yang setara (equivalent stiffness) dan sistem Rajah S1[a][ii] dengan cakera yang dipasangkan kepada suatu pegas kilasan yang mempunyai kekukuhan yang setara.

(50 markah)



Rajah S1[a][i]

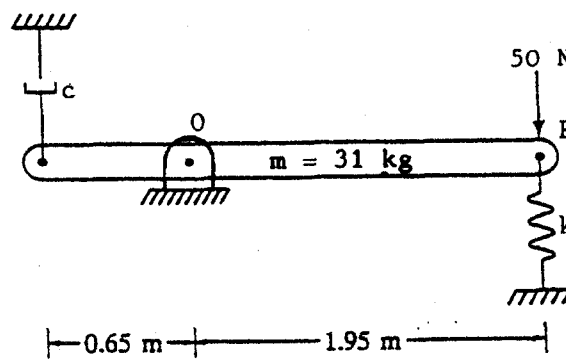


Rajah S1[a][ii]

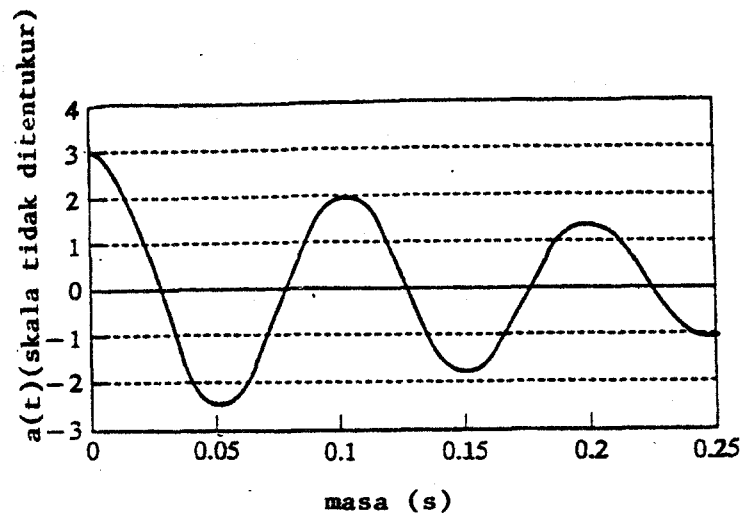
...3/-

- [b] Sebuah rod langsing (slender rod) yang panjangnya 2.6 m dan berjisim 31 kg adalah dipinkan pada titik O seperti dalam Rajah S1[b][i]. Suatu daya tetap 50 N dikenakan kepada rod pada titik P dan kemudiannya dialihkan. Pergerakan ayunan diawasi dan oscilloskop memberikan bacaan data kecepatan seperti dalam Rajah S1[b][ii], di mana skala masa adalah ditentukan tetapi skala kecepatan tidak ditentukan. Gunakan data tersebut untuk mencari pemalar pegas, k , dan pekali redaman, c , dan juga tentukan skala kecepatan.

(50 markah)



Rajah S1[b][i]



Rajah S1[b][ii]

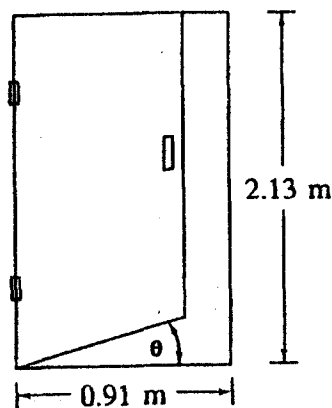
2. [a] Motor elektrik bolehubah-laju mempunyai kelegaan jejarian 1.0 mm di antara rotor dan pemegun (stator). Rotor mempunyai jisim 25 kg dan suatu ketidakseimbangan (me), hasil daripada jisim sipi (m) dan kesipian (e) daripada pusat putaran sebanyak 5 kg-mm. Rotor adalah dipasang pada aci keluli di tengah-tengah di antara gelas-galas. Jarak di antara gelas-galas tersebut adalah 2 m. Laju operasi mesin berubah-ubah daripada 600 kepada 6000 rpm. Tentukan garispusat aci yang membolehkan rotor sentiasa lega daripada pemegun pada sebarang kelajuan dalam sela tersebut. Andaikan redaman diabaikan. Modulus Young (E) bahan aci adalah 2.06×10^{11} Pa.

(50 markah)

- [b] Pintu bilik rehat di dalam Rajah S2[b] dilengkapi dengan suatu pegas kilasan (torsional spring) dan suatu peredam likat kilasan (torsional viscous damper) di mana ia akan kembali tertutup secara automatik selepas dibuka. Pintu itu mempunyai jisim 60 kg dan momen inersia memusat (centroidal moment of inertia) pada paksi yang selari dengan paksi putaran pintu adalah 7.2 kg.m^2 . Kekukuhan (stiffness) pegas kilasan adalah 25 N.m/rad .

- [i] Nyatakan pekali redaman yang diperlukan untuk meredam secara kritikal ayunan kembali (return swing) pintu tersebut.
- [ii] Seorang pemuda dalam keadaan tergesa-gesa, menendang pintu yang menyebabkannya terbuka. Apakah halaju sudut yang akan menyebabkan pintu terbuka sebanyak 70° ?
- [iii] Berapa lamakah selepas tendangan itu pintu kembali ke lingkungan sudut 5° sebelum tertutup sepenuhnya?

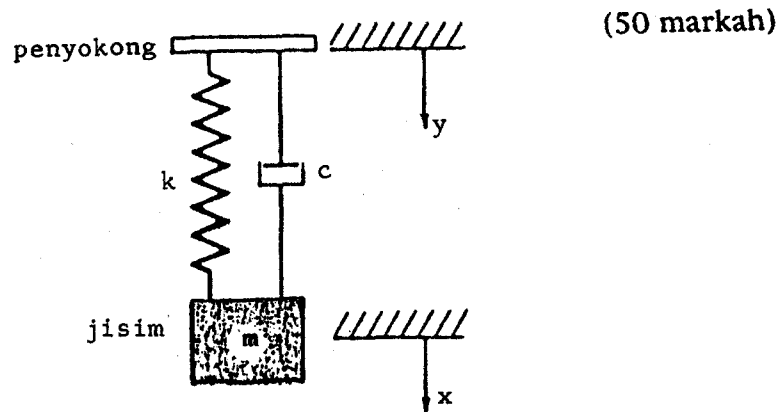
(50 markah)



Rajah S2[b]

...5/-

3. [a] Suatu sistem boleh ubah dengan suatu bes bergerak seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S3[a], mengandungi jisim jasad (m) 225 kg dan pegas yang mempunyai modulus (k) 35000 N/m. Bagaimanapun, pekali redaman (c) tidak diketahui. Apabila penyokong berayun dengan amplitud 0.280 sm pada frekuensi tabii sistem tersebut, jisim berayun dengan amplitud 0.794 sm. Tentukan pemalar redaman untuk sistem tersebut dan amplitud daya dinamik yang dibawa oleh penyokong. Dapatkan juga amplitud anjakan jisim relatif kepada penyokong tersebut.



Rajah S3[a]

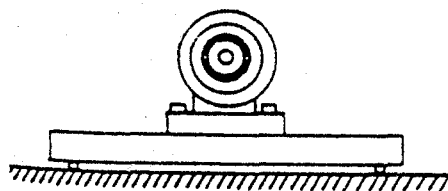
- [b] Huraikan secara ringkas peralatan pengukuran-getaran seismik untuk pengukuran anjakan, halaju dan kecepatan jasad yang bergetar. Perbincangan hendaklah terhad kepada peralatan yang berkerja di atas prinsip-prinsip menggunakan konsep-konsep asas getaran sistem satu darjah kebebasan.

(50 markah)

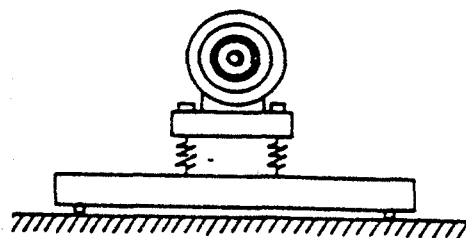
4. [a] Sebuah motor elektrik dan pam mempunyai jisim keseluruhan 50 kg dan disokong di atas struktur keluli yang dikimpal yang berjisim 100 kg seperti yang ditunjukkan dalam Rajah S4[a][i]. Apabila motor dan pam diletakkan pada dasar, ia menyebabkan struktur sokongan terpesong sebanyak 1.5 mm daripada kedudukan statiknya. Frekuensi resonan adalah pada 580 rpm, dan kelajuan operasi adalah 600 rpm. Untuk mengelakkan resonan, pemisah getaran di antara motor dan penyokong adalah diperlukan. Pemencil (isolators) yang mempunyai kadar pemesongan 4.5 mm seperti di dalam Rajah S4[ii] adalah dicadangkan. Oleh kerana suatu sistem dua darjah kebebasan dengan pemencil-pemencil kini telah terhasil, kirakan frekuensi-frekuensi tabiinya.

(70 markah)

...6/-



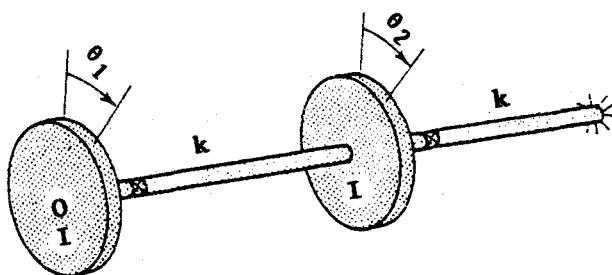
Rajah S4[a][i]



Rajah S4[a][ii]

- [b] Dua cakera yang sama jisim memusat momen inersia (centroidal mass moment of inertia), I , adalah dipasangkan kepada aci keluli yang ditetapkan (fixed) pada hujung kanan seperti di dalam Rajah S4[b]. Setiap bahagian aci mempunyai pemalar pegas kilasan (k) yang sama. Nyatakan matrik dinamik yang menunjukkan sifat-sifat dinamik sistem tersebut.

(30 markah)



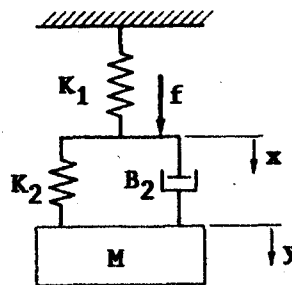
Rajah S4[b]

...7/-

BAHAGIAN B

5. [a] Untuk sistem mekanik seperti Rajah S5[a], K_1 dan K_2 adalah pemalar pegas, B_2 adalah pemalar redaman dan M jisim.
- [i] Bina gambaran kerusi-dasar (grounded-chair) dan dapatkan persamaan perhubungan daya f , dengan perubahan x .
- [ii] Bina litar elektrik analog terus dan tunjukkan di manakah anda akan letakan ammeter bagi memperolehi suatu arus yang berkadaran dengan halaju jisim M .

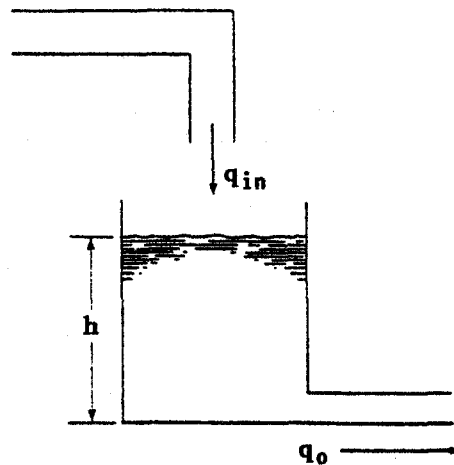
(60 markah)



Rajah S5[a]

- [b] Tangki S5[b] adalah berkeadaan kosong pada asalnya. Suatu kadar alir q_{in} yang malar adalah ditambahkan kepadanya bagi masa $t > 0$. Kadar alir meninggalkan tangki adalah $q_o = Ch$, di mana C adalah pemalar. Luas keratan rentas bagi tangki adalah A . Nyatakan persamaan pembezaan untuk kepala (head) h . Dapatkan pemalar masa. Apakah nilai keadaan-stabil akhir bagi kepala tersebut?

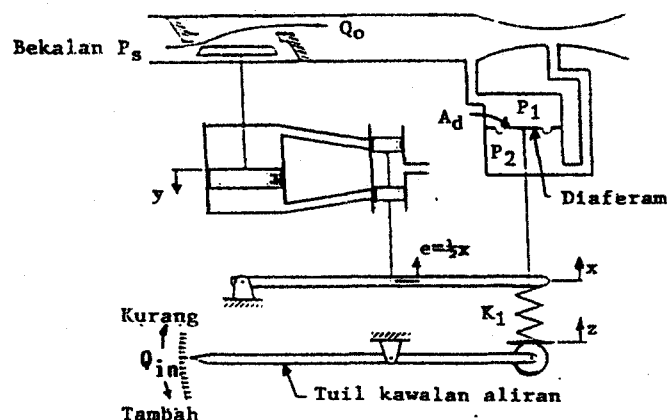
(40 markah)



Rajah S5[b]

6. [a] Suatu sistem untuk mengawal aliran seperti di dalam Rajah S6[a]. Menambahkan aliran yang dikehendaki menambahkan mampatan pegas K_1 , yang mana menyebabkan x dan kedudukan e injap keseimbangan bergerak ke atas. Ini memberikan injap aliran bergerak ke bawah, yang mana menambahkan aliran. Jumlah aliran keluar adalah diukur oleh meter aliran jenis venturi, jadi, kejatuhan tekanan $P_1 - P_2$ adalah suatu fungsi Q_o . Diaferam digunakan untuk mengelakkan kebocoran daripada tekanan tinggi P_1 kepada tekanan rendah P_2 , tetapi ia membenarkan aliran, seperti piston. Luas berkesan diaferam adalah A_d . Aliran Q_o adalah dilihat sebagai fungsi bukaan injap aliran y dan tekanan masukan P_s . Nyatakan gambarajah blok yang menggambarkan keseluruhan sistem tersebut.

(50 markah)

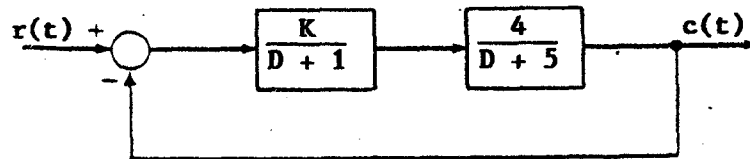


Rajah S6[a]

...9/-

- [b] Untuk sistem kawalan seperti di dalam Rajah S6[b], fungsi daya $r(t) = e^{-t}$ dan semua keadaan asal adalah sifar. Nyatakan gerak-balas (response) $c(t)$ bagi sistem apabila $K = 2$.

(50 markah)



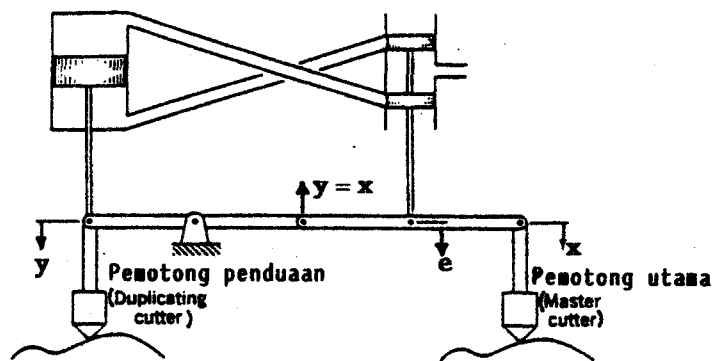
Rajah S6[b]

7. [a] Persamaan ciri (characteristic equation) untuk sistem kawalan suap balik (feed back) adalah $s(s^2 + 8s + 20) + K = 0$.
- [i] Tentukan nilai perolehan K yang mana persamaan ciri mempunyai pasangan punca (a pair of roots) di atas paksi khayalan. Tuliskan bentuk terfaktor (factored form) persamaan ciri untuk kes ini.
- [ii] Kirakan nilai gandaan (gain) K yang mana persamaan mempunyai pasangan punca di atas paksi menegak yang melalui (-1) . Tuliskan bentuk terfaktor persamaan ciri untuk kes ini.

(70 markah)

- [b] Sebuah pembentuk keluaran semula (reproducing shaper) ditunjukkan dalam Rajah S7[b]. Kedudukan y bagi pemotong penduaan (duplicating cutter) adalah kelihatan mengikut kedudukan x pemotong utama (master cutter). Tentukan mod operasi pembentuk tersebut. Apakah pengubahsuaian yang diperlukan untuk menukarkannya kepada suatu pengawal berkadaran dan kamiran (proportional plus integral controller)?

(30 markah)



Rajah S7[b]

ooooOoooo

Laplace transform pairs

$f(t)$	$F(s)$	$f(t)$	$F(s)$
$u_1(t)$	1	$t^n e^{at}$	$\frac{n!}{(s-a)^{n+1}}$
$u(t)$	$\frac{1}{s}$	$\sin \omega t$	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$
t	$\frac{1}{s^2}$	$\cos \omega t$	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$
e^{at}	$\frac{1}{s-a}$	$e^{at} \sin \omega t$	$\frac{\omega}{(s-a)^2 + \omega^2}$
t^n	$\frac{n!}{s^{n+1}}$	$e^{at} \cos \omega t$	$\frac{s-a}{(s-a)^2 + \omega^2}$